

# UTJECAJ RAZINE POTKOŽNOG MASNOSTI NA RELATIVNU REPETITIVNU SNAGU FLEKSORA TRUPA KOD STUDENATA FAKULTETA ZDRAVSTVENIH STUDIJA

---

Hokman, Maja

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:042876>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-11**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ  
FIZIOTERAPIJA

Maja Hokman

**UTJECAJ RAZINE POTKOŽNOG MASNOG TKIVA NA RELATIVNU  
REPETITIVNU SNAGU FLEKSORA TRUPA KOD STUDENATA FAKULTETA  
ZDRAVSTVENIH STUDIJA**

Završni rad

Rijeka, 2023.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
UNDERGRADUATE PROFESSIONAL STUDY  
OF PHYSIOTHERAPY

Maja Hokman

**INFLUENCE OF SUBCUTANEOUS ADIPOSE TISSUE LEVEL ON  
RELATIVE REPETITIVE MUSCLE STRENGTH OF THE TRUNK FLEXORS IN  
STUDENTS OF THE FACULTY OF HEALTH STUDIES**

Final thesis

Rijeka, 2023.

Mentor rada: doc. dr. sc. Hrvoje Vlahović

Završni/diplomski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ na Fakultetu zdravstvenih studija  
Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

## Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

### Opći podatci o studentu:

Sastavnica	
Studij	Preddiplomski stručni studij fizioterapije
Vrsta studentskog rada	Završni rad
Ime i prezime studenta	Maja Hokman
JMBAG	0351011346

### Podatci o radu studenta:

Naslov rada	
Ime i prezime mentora	doc. dr. sc. Hrvoje Vlahović
Datum predaje rada	4. rujan 2023.
Identifikacijski br. podneska	2157416114
Datum provjere rada	4. rujan 2023.
Ime datoteke	Hokman_zavr_ni_rad.docx
Veličina datoteke	1.65M
Broj znakova	50481
Broj riječi	8485
Broj stranica	37

### Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	9%
-----------------	----

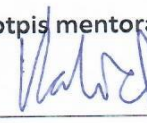
### Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/>
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	

Datum

Rijeka 4.09.2023.

Potpis mentora



## SADRŽAJ

1. UVOD .....	10
1.1. Meka trbušna stijenka .....	10
1.2. Mišićna snaga.....	14
1.3. Potkožno masno tkivo .....	16
2. CILJEVI I HIPOTEZE .....	19
3. ISPITANICI I METODE .....	20
3.1. Ispitanici.....	20
3.2. Postupak i instrumentarij .....	20
3.3. Statistička obrada podataka .....	22
3.4. Etički aspekti istraživanja .....	22
4. REZULTATI.....	23
4.1. Spol ispitanika .....	23
4.2. Kalipersko mjerenje i test podizanja trupa .....	23
5. RASPRAVA.....	27
6. ZAKLJUČAK .....	32
7. LITERATURA.....	33
8. PRIVITCI.....	36
9. KRATKI ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA .....	38

## SAŽETAK

**Uvod:** Mišići meke trbušne stijenke zajedno sa svojim aponeurozama tvore osnovu prednjeg i lateralnog dijela trbušne stijenke. Oni su povezani u zajednički sustav koji im omogućuje obavljanje velikog broja funkcija. Stoga je od velike je važnosti da oni budu dovoljno snažni kako bi kvalitetno mogli obavljati iste. Mnogi ljudi danas ne vode računa o razini vlastitog potkožnog masnog tkiva, koje se vidi golim okom te šteti sveukupnom zdravlju i funkcioniranju organizma. O samoj količini masnog tkiva ovisi i kvaliteta brojnih motoričkih sposobnosti poput brzine, okretnosti, snage i izdržljivosti. Užurbani život današnjice utječe na promjene u navikama ljudi, osobito u urbanoj populaciji i među mlađim dobnim skupinama. Zbog nedostatka slobodnog vremena, nepravilne prehrane i premalo tjelesne aktivnosti dolazi do nakupljanja masnih naslaga i povećanja razine potkožnog masnog tkiva. **Cilj istraživanja:** Glavni cilj istraživanja je ispitati utjecaj razine potkožnog masnog tkiva na relativnu repetitivnu snagu mišića meke trbušne stijenke u obavljanju njihove funkcije fleksije trupa kod studenata i studentica Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci. Uz glavni cilj, definirana su 2 specifična cilja kojima se želi usporediti razina potkožnog masnog tkiva između studenata i studentica te relativna repetitivna snaga mišića meke trbušne stijenke između studenata i studentica. **Ispitanici i metode:** U istraživanju je sudjelovalo 40 ispitanika koji su bili studenti Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci, u dobi između 18 i 25 godina. Obzirom na spol, bilo je 19 ispitanika muškog spola, a 21 ispitanik ženskog spola. Za mjerenje razine potkožnog masnog tkiva koristio se kaliper. Mjerenje se provodilo 3 puta u nizu te je kao rezultat uzeta srednja vrijednost. Za procjenu relativne repetitivne snage mišića fleksora trupa koristio se test podizanja trupa te je on mjeren samo jedanput. Za testiranje hipoteza korišteni su Pearsonov koeficijent korelacije i Studentov t-test za male nezavisne uzorke. Oba testa izračunala su se na razini značajnosti  $p < 0,05$ . Za statističku obradu podataka koristio se program MedCalc Statistical Software. **Rezultati:** Dokazano je da postoji statistički značajna negativna povezanost između razine potkožnog masnog tkiva i relativne repetitivne snage mišića meke trbušne stijenke ( $r = -0,3910$   $p = 0,0126$ ), iako se radi o laganoj povezanosti. Nadalje, usporedbom razine potkožnog masnog tkiva između ispitanika muškog i ženskog spola dokazano je da ne postoji statistički značajna razlika u razini potkožnog masnog tkiva između spolova ( $p = 0,8801$ ) Usporedbom relativne repetitivne snage mišića fleksora trupa između ispitanika muškog i ženskog spola dokazano je da postoji statistički značajna razlika između spolova, odnosno da studenti imaju veću relativnu repetitivnu snagu u odnosu na studentice ( $p = 0,0257$ ). **Zaključak:** Veća razina potkožnog masnog tkiva rezultira manjom relativnom repetitivnom snagom mišića meke trbušne stijenke. Ne postoji statistički značajna razlika u

razini potkožnog masnog tkiva između studenata i studentica, dok studenti imaju veću relativnu repetitivnu snagu mišića meke trbušne stijenke u odnosu na studentice.

**Ključne riječi:** fleksori trupa, potkožno masno tkivo, relativna repetitivna snaga



## SUMMARY

**Introduction:** The muscles of the soft abdominal wall together with their aponeuroses form the basis of the anterior and lateral part of the abdominal wall. They create a common system that enables to perform many functions. Therefore, it is very important that they are strong enough to be able to perform the functions. Nowadays, many people do not take care of the level of their own subcutaneous fat tissue that is visible and damages the overall health and body functioning. The quality of many motor skills such as speed, agility, strength and endurance depend on the amount of fat tissue itself. Today's hectic life affects changes in people's habits, especially in the urban population and among the younger age groups. Due to the lack of free time, unhealthy diet and lack of physical activity, fat deposits accumulate and the level of subcutaneous fat tissue increases. **Research objective:** The main goal of the research is to check the influence of the level of subcutaneous fat on the relative repetitive strength of the muscles of the soft abdominal wall in performing their trunk flexion function in male and female students of the Faculty of Health Studies in Rijeka. In addition to the main goal, 2 specific goals were defined to compare the level of subcutaneous fat between male and female students and the relative repetitive strength of soft abdominal wall muscles between male and female students. **Subjects and methods:** 40 respondents who were students of the Faculty of Health Studies in Rijeka, between the ages of 18 and 25, took part in the research. Regarding gender, there were 19 male respondents and 21 female respondents. A caliper was used to measure the level of subcutaneous fat. The measurement was carried out 3 times in a row and the mean value was taken as the result. To assess the relative repetitive strength of the trunk flexor muscles, the trunk lift test was used, and it was measured only once. Pearson's correlation coefficient and Student's t-test for small independent samples were used to test the hypotheses. Both tests were calculated at the significance level of  $p < 0.05$ . The MedCalc Statistical Software program was used for statistical data processing. **Results:** It was proved that there is a statistically significant negative correlation between the level of subcutaneous fat tissue and the relative repetitive strength of the muscles of the soft abdominal wall ( $r = -0.3910$   $p = 0.0126$ ). Furthermore, a comparison of the level of subcutaneous fat between male and female subjects showed that there is no statistically significant difference in the level of subcutaneous fat between the sexes ( $p = 0.8801$ ). A comparison of the relative repetitive strength of the trunk flexor muscles between male and female subjects proved that there is a statistically significant difference between the genders, that male students have a higher relative repetitive strength compared to female students ( $p = 0.0257$ ). **Conclusion:** A higher level of subcutaneous adipose tissue results in a lower relative repetitive strength of the soft abdominal wall muscles. There is

no statistically significant difference in the level of subcutaneous fat between male and female students, while male students have a higher relative repetitive strength of the muscles of the soft abdominal wall compared to female students.

**Abstract words:** relative repetitive muscle strength, subcutaneous adipose tissue, trunk flexor

## 1. UVOD

Mišići meke trbušne stijenke zajedno sa svojim aponeurozama tvore osnovu prednjeg i lateralnog dijela trbušne stijenke. Oni su povezani u zajednički sustav koji im omogućuje obavljanje velikog broja funkcija (1). Stoga je od velike je važnosti da oni budu dovoljno snažni kako bi kvalitetno mogli obavljati iste. Mnogi ljudi danas ne vode računa o razini vlastitog potkožnog masnog tkiva, koje se vidi golim okom te šteti sveukupnom zdravlju i funkcioniranju organizma. O samoj količini masnog tkiva ovisi i kvaliteta brojnih motoričkih sposobnosti poput brzine, okretnosti, snage i izdržljivosti. Užurbani život današnjice utječe na promjene u navikama ljudi, osobito u urbanoj populaciji i među mlađim dobnim skupinama. Zbog nedostatka slobodnog vremena, nepravilne prehrane i premalo tjelesne aktivnosti dolazi do nakupljanja masnih naslaga i povećanja razine potkožnog masnog tkiva. To svakako nepovoljno utječe na snagu samih mišića. U uvodnom dijelu rada prikazat će se anatomski izgled i funkcija mišića meke trbušne stijenke te kako, na temelju dosadašnjih činjenica i istraživanja, razina potkožnog masnog tkiva utječe na snagu mišića. Glavni dio rada posvećen je istraživanju, čiji je cilj utvrditi povezanost razine potkožnog masnog tkiva i relativne repetitivne snage mišića meke trbušne stijenke u obavljanju njihove funkcije izvođenja fleksije trupa kod studenata te ispitati postoje li razlike u razini potkožnog masnog tkiva i snage mišića obzirom na spol.

### 1.1. Meka trbušna stijenka

Meka trbušna stijenka zatvara trbušnu šupljinu s prednje i s lateralnih strana. Njenu osnovu čini trbušno mišićje (1). Izgrađena je od 4 parna mišića: 3 pločasta mišića: vanjskog kosog trbušnog mišića, *m. obliquus externus abdominis*, unutarnjeg kosog trbušnog mišića, *m. obliquus internus abdominis* i poprečnog trbušnog mišića, *m. transversus abdominis*, te ravnog mišića, *m. rectus abdominis*. Pločasti mišići raspoređeni su u tri sloja te se njihove tetive (aponeuroze) spajaju i tvore bijelu liniju, *lineu albu*, fibrozni snop koji se proteže u medijalnoj ravnini od ksifoidnog nastavka prsne kosti do simfize preponske kosti. Uz *lineu albu* se paralelno proteže *m. rectus abdominis* (2).

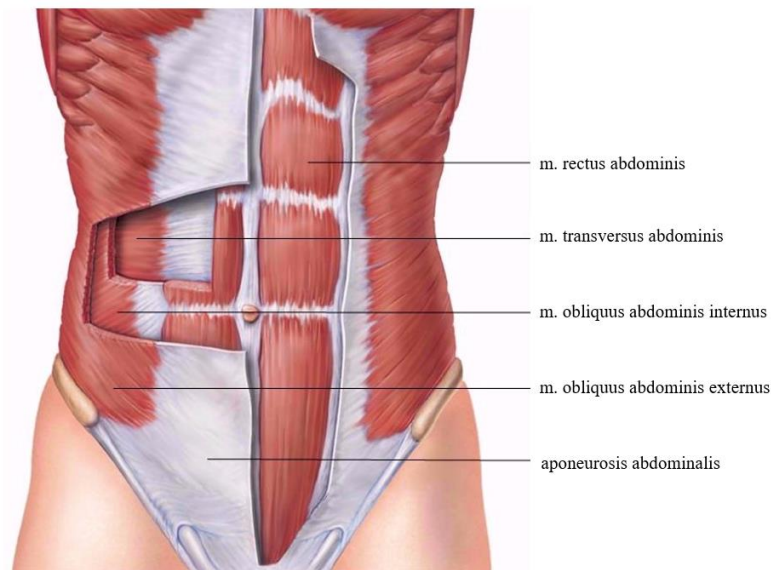
Polazište ravnog trbušnog mišića, *m. rectus abdominis* nalazi se s vanjske strane koštanog toraksa te se dijeli u tri zupca. Lateralni zubac polazi od petog rebra, srednji od šestog rebra, dok medijalni zubac polazi od sedmog rebra, ksifoidnog nastavka prsne kosti te ligamenata koji povezuju prsnu kost i rebra, *ligg. costoxiphoidea*. Mišić se proteže prema dolje, paralelno uz *lineu albu* te ispod pupka postaje sve uži i hvata se na gornjem rubu preponske kosti, između simfize preponske kosti i kvržice, *tuberculum pubicum* (3). Trup mišića je

podijeljen u više odsječaka pomoću kratkih intermedijarnih tetiva koje se nazivaju *intersectiones tendineae*. Uobičajeno se kod ljudi nalaze 3 intermedijarne tetive, jedna u visini hrskavice 8. rebra, druga u visini pupka te treća koja se nalazi između njih. One se nalaze samo s prednje strane mišića, dok su s dorzalne strane mišićna vlakna pojedinog odsječka spojena. Inervaciju ovog mišića čine međurebreni živci, *nn. intercostales Th6 – Th12* (4).

Vanjski kosi trbušni mišić, *m. obliquus externus abdominis* čini vanjski sloj meke trbušne stijenke. Polazi s vanjske površine koštanog toraksa, od 5. do 12. rebra te se pruža od lateralno i gore prema medijalno i dolje gdje prelazi u široku aponeurozu. Hvatište aponeuroze proteže se duž *lineae albe*, nastavlja se duž ingvinalnog ligamenta, *lig. inguinale* i *spine iliace anterior superior* te prelazi na bočni greben, *crista iliaca*. Inervaciju ovog mišića čine *nn. intercostales Th5 – Th12*, *n. iliohypogastricus* te *n. ilioinguinalis*.

Unutarnji kosi trbušni mišić, *m. obliquus internus abdominis* čini srednji sloj meke trbušne stijenke. Polazi s torakolumbalne fascije, *fascia toracolumbalis*, ingvinalnog ligamenta i bočnog grebena. U gornjem dijelu, mišićna su vlakna usmjerena koso, od lateralno i dolje prema medijalno i gore. U donjem su dijelu mišićna vlakna sve manje uzlazna. U visini *spine iliace anterior superior* pružaju se vodoravno, a neka vlakna imaju i silazni smjer. Većina mišićnih vlakana prelazi u aponeurozu koja završava u bijeloj liniji, *linea alba*, dok se jedan manji dio vlakana u dorzokranijalnom dijelu mišića hvata uzduž rebrenog luka, od 10. do 12. rebra. Inervaciju za ovaj mišić čine *nn. intercostales Th5 – Th12*, *n. iliohypogastricus* te *n. ilioinguinalis* (4).

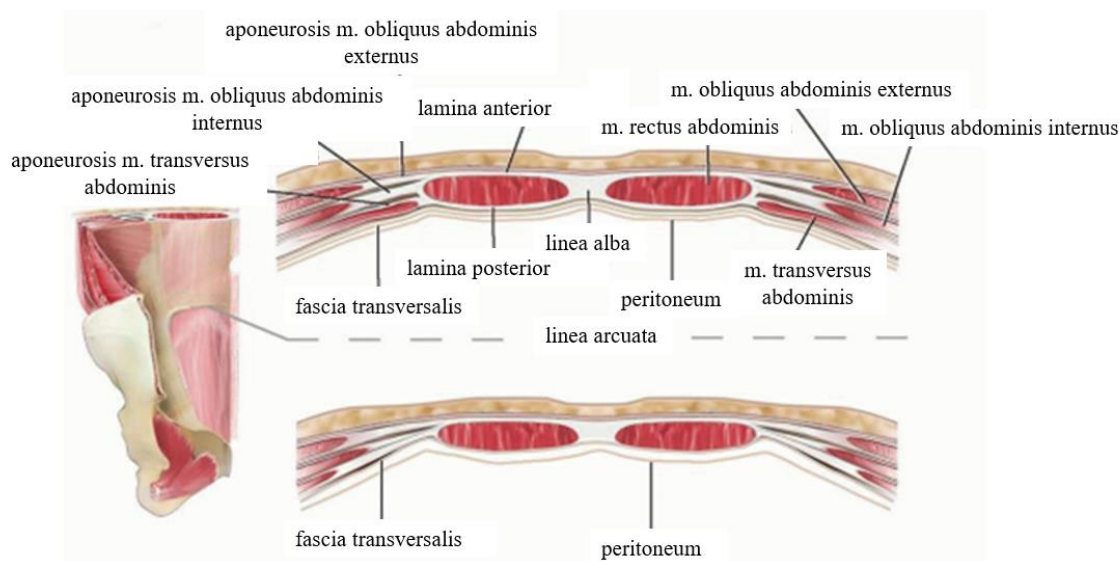
Poprečni trbušni mišić, *m. transversus abdominis* čini najdublji sloj meke trbušne stijenke. Polazi s unutarnje površine 7. do 12. rebra, torakolumbalne fascije, ingvinalnog ligamenta te bočnog grebena. Njegova se mišićna vlakna pružaju u poprečnom smjeru, od lateralno prema medijalno te u području medijalno-konkavne pruge, *linea semilunaris* prelaze u aponeurozu čije je hvatište *linea alba*. Inervaciju ovog mišića čine *nn. intercostales Th7 – Th12*, *n. iliohypogastricus* te *n. ilioinguinalis* (5).



Slika 1. Mišići meke trbušne stijenke

Prilagođeno sa: <https://quizlet.com/102343574/abdominal-wall-muscles-flash-cards/>

Aponeuroze pločastih mišića obilaze m. rectus abdominis s prednje i sa stražnje strane te tako oblikuju ovojnicu, *vagina m. recti abdomini*, u koju je uložen ravni mišić.(2). Osnovu ovojnice čini aponeuroza unutarnjeg kosog trbušnog mišića, koja se duž lateralnog ruba ravnog trbušnog mišića dijeli na površinski i dubinski list. Površinski list, *lamina anterior* prekriva ravni trbušni mišić s prednje strane, dok dubinski list, *lamina posterior* prekriva isti mišić sa stražnje strane. Površinski list prekriva ravni trbušni mišić po cijeloj njegovoj duljini, dok se dubinski list pruža od gore do razine ispod pupka gdje završava konkavnim rubom, *linea arcuata*.(5). Aponeuroza vanjskog kosog trbušnog mišića srasta s površinskim listom aponeuroze unutarnjeg kosog trbušnog mišića te tako pojačava *vaginu m. recti abdomini* s prednje strane. Analogno tome, aponeuroza poprečnog trbušnog mišića srasta s dubokim listom aponeuroze unutarnjeg kosog trbušnog mišića te ga pojačava ovojnicu sa stražnje strane (1). Ispod razine *lineae arcuate*, gdje se ne proteže dubinski list aponeuroze unutarnjeg kosog trbušnog mišića, aponeuroza *m. transversus abdominis* prelazi preko prednje strane *m. rectus abdominis*. Sa stražnje strane se nalazi samo tanka ovojnica, *fascia transversalis* (5). Ispod kože trbuha nalazi se manje ili više izraženo masno tkivo, koje *fascia superficialis abdominalis* odjeljuje od samih mišića (1).



Slika 2. Prikaz građe ovojnice ravnog trbušnog mišića

Prilagođeno sa: <https://hotcore.info/babki/arcuate-line-of-rectus-sheath.htm>

Mišići meke trbušne stijenke povezani su u zajednički sustav koji im omogućuje velik broj funkcija: opiru se intraabdominalnom tlaku te komprimiraju trbušnu utrobu, pomažu ekspiraciju, izvode kretanje prsnog koša u odnosu na zdjelicu i obratno te sudjeluju u osiguranju uspravnog stava trupa (5). Navedene funkcije meka trbušna stijenka obavlja svojom statičkom i dinamičkom kontrakcijom te svojim tonusom. Iza meke trbušne stijenke nalazi se trbušna šupljina, čiji organi stvaraju pritisak na stijenke. Mišići meke trbušne stijenke svojim se tonusom opiru tom tlaku te osiguravaju normalan položaj organa u trbušnoj šupljini. Svojom tonusom meka trbušna stijenka ne dozvoljava povećanje lumbalne lordoze. Također, međusobna i uravnotežena aktivnost meke trbušne stijenke i *m. erectora spinae* odupire se sili gravitacije koja djeluje na tijelo te se na taj način osigurava uspravan stav. Statičkom kontrakcijom meke trbušne stijenke dolazi do povećanja intraabdominalnog tlaka. Tako ona djeluje poput preše i stvara kompresiju na trbušne organe te ih potiskuje prema nazad. Na taj način dolazi do izravnjanja lumbalne lordoze. Povećanju intraabdominalnog tlaka također pridonose akcije ošita i dna male zdjelice, što je značajno kod izbacivanja sadržaja iz trbušne šupljine (defekacija, mikcija, porod, povraćanje...). Dinamičkom kontrakcijom mišića meke trbušne stijenke izvode se kretanje prsnog koša u odnosu na zdjelicu i obratno. Pri različitim kontrakcijama sudjeluju kontrakcije različitih mišića, a rebra pritom moraju biti respiratorno nepomična što se postiže udahom ili zadržavanjem daha. Ako je zdjelica fiksirana, *m. rectus abdominis* obostranom

kontrakcijom izvodi pregibanje trupa prema naprijed, odnosno fleksiju trupa. *M. obliquus internus abdominis* jednostranom kontrakcijom izvodi pregibanje trupa u stranu, odnosno laterofleksiju te rotaciju trupa na istu stranu, dok *m. obliquus externus abdominis* izvodi laterofleksiju trupa na istu stranu i rotaciju u suprotnu stranu. Njihovom obostranom kontrakcijom izvodi se fleksija trupa. Mišići meke trbušne stijenke također pomažu u ekspiraciji jer vuku rebra i prsnu kost prema dolje, a i samom kontrakcijom pritišću trbušne organe koji potiskuju dijafragmu prema gore (6).

## 1.2. Mišićna snaga

Svaki mišić u ljudskom tijelu prilikom kontrakcije stvara mišićnu silu. Ta sila djeluje na određenom putu u određenoj jedinici vremena te pritom pomiče segment, a definira se kao mišićna snaga (7). Snaga predstavlja kvantitativnu motoričku sposobnost koja se manifestira u savladavanju različitih otpora. Ona je temeljni efekt mišićne kontrakcije te je uvjetovana fiziološkim presjekom, dužinom mišića, reaktivnošću mišića na živčani podražaj, kao i biokemijskom situacijom u mišićima (8). Sila koju mišić generira proporcionalna je poprečnom presjeku mišića, što znači da će mišići većeg poprečnog presjeka imati potencijal razvijanja veće sile u odnosu na mišiće manjeg poprečnog presjeka. Ona također ovisi o broju mišićnih vlakana koja se kontrahiraju istovremeno, odnosno ako se kontrahira veći broj vlakana sila kontrakcije će biti veća. Svjesno možemo aktivirati otprilike 80% mišićnih vlakana, dok ostalih 20% predstavlja obrambeni mehanizam organizma. Svaka živčana stanica inervira određeni broj vlakana unutar mišića. To predstavlja cjelinu zvanu motorna jedinica koja funkcionira po zakonu „sve ili ništa“: ako je živčana stanica aktivna, kontrahira se većina mišićnih vlakana motorne jedinice koja su inervirana od strane te živčane stanice. Ako je živčana stanica neaktivna, sva mišićna vlakna motorne jedinice neće se kontrahirati. Snaga mišića također ovisi i o zagrijanosti mišića. Tijekom mišićnog rada oslobađa se toplinska energija koja potiče vazodilataciju u krvnim žilama. Tako je povećan protok kisika i hranjivih tvari kroz mišić, a metabolički procesi se ubrzavaju, što rezultira bržom proizvodnjom energije, a sam mišić je spremniji za bolji i dugotrajniji napor. Svaki mišić sadrži i elastična vlakna te će njegova snaga ovisiti i o izduženosti mišića. Mišić funkcionira na principu opruge: veća istegnutost mišića prije same kontrakcije dovodi do veće tendencije skraćivanja, odnosno kontrakcije mišića. Samim time snaga kontrakcije će biti veća. Na snagu mišića utječe i mišićni zamor, do kojeg dolazi nakon duže tjelesne aktivnosti. Tada dolazi do vazokonstrikcije krvnih žila te negativni produkti mišićne kontrakcije (mliječna kiselina) sporije izlaze iz organizma.

Proizvodnja acetilkolina je manja nego potrošnja, stoga mišić postaje sve slabiji u obavljanju svoje funkcije (7).

Snaga se razvija i primjenjuje u raznim sportskim aktivnostima pa, shodno tome, postoji nekoliko vrsta akcijskog očitovanja ove sposobnosti (8). Eksplozivna snaga definira se kao sposobnost generiranja maksimalne sile u minimalnom vremenu (9). Ona omogućava pojedincu maksimalno ubrzanje vlastitog tijela, predmeta ili partnera u aktivnostima poput bacanja, sprinta, udaraca ili skokova. Očituje se u pokretima u kojima cijelo tijelo ili određeni segmenti tijela produžavaju svoje kretanje uslijed dobivenog početnog ubrzanja. Apsolutna maksimalna snaga je najveća sila koju osoba može proizvesti u dinamičkom načinu rada mišića. Elastična ili pliometrijska snaga omogućava pojedincu učinkovito djelovanje kada se, nakon amortizacije prilikom doskoka treba odmah odraziti, odnosno kada je potrebno efikasno sinkronizirati ekscentrični i koncentrični dio motoričke aktivnosti. Statička snaga je sposobnost koja se očituje pri maksimalnoj izometričkoj kontrakciji mišića te u uvjetima produljenog mišićnog rada, kada se naprežanjem mišića zadržava određena pozicija ili stav tijela. Repetitivna snaga ili dinamička izdržljivost definira se kao sposobnost dugotrajnog rada u kojem je potrebno savladati odgovarajuće vanjsko opterećenje, ne veće od 75% maksimalnog opterećenja. Ako se radi o savladavanju nekog vanjskog opterećenja, govorimo o apsolutnoj repetitivnoj snazi, a ukoliko osoba višekratno savladava težinu vlastitog tijela, radi se o relativnoj repetitivnoj snazi. Mišićni sustav koji je radno angažiran prilikom izvođenja dinamičke kretnje, naizmjenično se kontrahira i relaksira (8).

Procjenom pojedinih tjelesnih i motoričkih sposobnosti utvrđeno je da mišićna snaga kod žena iznosi 60-80% vrijednosti od muškaraca, a žene u prosjeku imaju 30% manje sposobnosti za obavljanje tjelesnih napora u odnosu na muškarce istih godina. Također, njihova sposobnost dizanja tereta je za 30-40% manja nego kod muškaraca, dok su frekvencije srca i disanja oko 20% veće (10). Statistički podaci ukazuju da prosječna snaga gornjeg dijela tijela kod žena iznosi 25-55% prosječne snage gornjeg dijela tijela muškarca (11). Mišići kod žena, u odnosu na muškarce, mogu postići gotovo jednaku maksimalnu silu kontrakcije po jedinici površine poprečnog presjeka mišića, što iznosi od 30 do 40 N/cm<sup>2</sup>. Međutim glavna razlika cjelokupne mišićne djelotvornosti između spolova nastaje zbog većeg udjela mišića u tijelu muškaraca. Mišićni je sustav kod žena slabije razvijen, a po svojoj kvaliteti žensko mišićje je elastičnije, gracilnije i mekše. Prosječna veličina mišićne mase određena je nasljeđem i količinom lučenja testosterona, zbog čega je masa

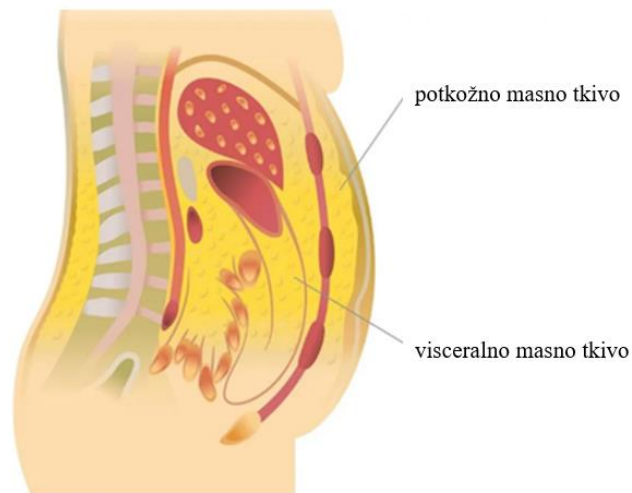


kod muškaraca mnogo veća nego kod žena (12). Istraživanja su pokazala da žene imaju manje mišićnih vlakana te da je poprečni presjek njihovih mišića manji nego kod muškaraca. Mišićno tkivo kod žena koje se ne bave sportom iznosi oko 36% ukupne tjelesne mase, dok kod sportašica iznosi oko 40%. Kod muškaraca koji se ne bave sportom mišićno tkivo iznosi oko 42% ukupne tjelesne mase, dok kod sportaša iznosi oko 50% (13).

### *1.3.Potkožno masno tkivo*

Masno tkivo je specijalizirano vezivno tkivo koje se sastoji od adipocita, stanica bogatih lipidima. Budući da kod zdravih osoba čini oko 20-25% ukupne tjelesne mase, glavna funkcija masnog tkiva je skladištenje energije u obliku lipida (masti) (14). Broj masnih stanica ovisi o regiji tijela, dok njihova veličina ovisi o uhranjenosti osobe (15). Prema položaju, masno tkivo se dijeli na visceralno i potkožno masno tkivo, dok se prema strukturi dijeli na bijelo i smeđe masno tkivo. Osim skladištenja energije, masno tkivo ima još nekoliko važnih funkcija u ljudskom tijelu, koje uključuju toplinsku izolaciju, oblaganje organa, endokrinu ulogu i proizvodnju brojnih bioaktivnih čimbenika. Bijelo masno tkivo prevladava kod odraslih ljudi. Najveći dio tog tkiva nalazi se u hipodermisu kože, a njegova debljina ovisi uglavnom o lokalizaciji i spolu. Na primjer, žene imaju više masnog tkiva u regijama bedara i grudi, dok muškarci imaju više masnog tkiva na trbuhu. Smeđe masno tkivo obično se nalazi u tijelu novorođenčadi i čini oko 5% njihove tjelesne mase. Novorođenčad ima puno manje potkožnog masnog tkiva od odraslih, zbog čega je predisponirana za hipotermiju. Kako bi se spriječila smrtonosna hipotermija, novorođenčad ima veliku količinu smeđeg masnog tkiva koje ima veliku sposobnost termogeneze. S godinama se količina smeđeg masnog tkiva smanjuje, ali ono ostaje široko raspoređeno po tijelu sve do puberteta. Konačno, kod odraslih ono nestaje s većine regija tijela. Najvažnija uloga bijelog masnog tkiva je skladištenje energije. Ono pohranjuje mast u obliku triglicerida, što pomaže u održavanju razine slobodnih masnih kiselina u krvi. Također, bijelo masno tkivo luči nekoliko bioaktivnih čimbenika (hormoni, faktori rasta, citokini...). Najvažniji hormoni masnog tkiva su leptin (faktor sitosti) i adiponektin. Ovi biološki faktori cirkuliraju kroz organizam i prenose informacije drugim metabolički aktivnim organima kao što su jetra, gušterača, mišići i mozak. Ti su čimbenici od ključne važnosti u patofiziologiji mnogih metaboličkih poremećaja. Za razliku od bijelog, smeđe masno tkivo pretvara kemijsku energiju u toplinu. Na taj način sprječava pretilost, druge metaboličke poremećaje i hipotermiju. Različite lokalizacije masnog tkiva imaju različite uloge u ljudskom tijelu. Na primjer, visceralno masno tkivo ima drugačiji metabolički profil od ostatka masnog tkiva u tijelu i ima najveći utjecaj na induciranje inzulinske rezistencije.

Potkožna mast ima važnu ulogu u termoregulaciji, dok visceralna mast pruža potporu unutarnjim organima te ih štiti od mehaničkih ozljeda. Pri smanjenom kalorijskom unosu smanjuje se količina potkožnog masnog tkiva, dok visceralna mast ostaje nesmanjena (14). Postotak potkožnog masnog tkiva veći je kod žena, u usporedbi s muškarcima, a što se pripisuje potrebama rađanja i drugim hormonalnim funkcijama (16). Razna prethodna istraživanja su dala zaključak o razlikama u sastavu tijela i snazi mišića među ženama (17). Kod žena je masno tkivo najviše rasprostranjeno u predjelu mliječnih žlijezda, na donjim ekstremitetima, sakralnoj regiji, kukovima i glutealnom dijelu, dok je kod muškarca ono na gornjim ekstremitetima. Kod žena, potkožno masno tkivo iznosi prosječno od 18% cjelokupne tjelesne mase, dok kod muškarca ono iznosi 12% (13).



Slika 3. Raspodjela visceralnog i potkožnog masnog tkiva u tijelu

Prilagođeno sa: <https://www.istockphoto.com/photos/subcutaneous-fat>

Motoričke sposobnosti poput brzine, okretnosti, snage i izdržljivosti su u proporcionalnom odnosu sa količinom masnog tkiva. Nekoliko studija je ispitivalo povezanost postotka tjelesne masti i mišićne snage (18).

Munazza A. i suradnici (2022.) provodili su istraživanje s ciljem utvrđivanja povezanosti postotka tjelesne masti, opsega struka te omjera struka i bokova i snage trbušnih mišića kod studenata između 18 i 28 godina. Uočena je pozitivna korelacija između opsega struka i postotka tjelesne masti, dok je negativna korelacija uočena između prosječne maksimalne voljne izometrijske kontrakcije ravnog trbušnog mišića i vanjskih kosih trbušnih mišića te postotka tjelesne masti (19).

Istraživanje Mračević K. (2020.) ispitivalo je utjecaj indeksa tjelesne mase i razine potkožnog masnog tkiva na snagu fleksora trupa i ruku kod djece osnovnoškolskog uzrasta. U istraživanju

je sudjelovalo 70 ispitanika, a zaključak istraživanja potvrđuje kako postoji lagana povezanost između razine potkožnog masnog tkiva i mišićne snage fleksora trupa i ruku (20).

Istraživanje Goodpaster BH i suradnika (2006.) pokazalo je da je viši postotak tjelesne masti povezan s nižom mišićnom snagom i nižom mišićnom masom kod ljudi starije životne dobi (21).

Waltz CT i suradnici (2008.) provodili su istraživanje u kojem su ispitali utjecaj spola i rase na učinke treninga snage na volumen mišića natkoljenice, potkožno masno tkivo srednjeg dijela natkoljenice i intermuskularno masno tkivo. Zaključak istraživanja bio je da, bez obzira na spol ili rasu, trening snage ne mijenja potkožno ili intermuskularno masno tkivo. Kod muškaraca je hipertrofija mišića bila jače izražena nego kod žena, ali razlika je bila mala (22).

Masno tkivo je jedan od glavnih indikatora zdravstvenog stanja. Iako su masti neophodne za zdravlje, one su često i rano upozorenje na potencijalne zdravstvene probleme. Prekomjerna količina masnog tkiva (pretilost ili debljina) može uzrokovati mnogo zdravstvenih oboljenja (bolesti srca, šećerna bolest, poremećaji inzulinske rezistencije, maligne bolesti...). Glavni faktori koji utječu na nastanak masnih naslaga su dob, prehrana, tjelesna aktivnost i stres. Od svih navedenih, najčešći uzrok je prehrana, osobito prekomjerno konzumiranje prerađene hrane i ugljikohidrata. Česti krivac nastajanja masnih naslaga je i stres koji potiče apetit i luči adrenalin. On u nedostatku tjelesne aktivnosti skladišti zalihe masnoće u masno tkivo. Veliku ulogu također igra i kronološka dob. Procesom starenja kalorijske se potrebe smanjuju, a ukoliko se suvišne kalorije ne potroše, tada se masti sve lakše nakupljaju. Kod ženskog spola na taj proces dodatno utječu i hormonalne promjene koje se događaju uslijed menopauze. Tada se lučenje proestrogena – jednog od ključnih hormona za regulaciju tjelesne mase, smanjuje 120 puta te tijelo postaje sklono nakupljanju masnih naslaga u području struka (23).

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE**

Glavni cilj ovog istraživanja je ispitati utjecaj razine potkožnog masnog tkiva na relativnu repetitivnu snagu mišića meke trbušne stijenke u obavljanju njihove funkcije fleksije trupa kod studenata i studentica Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci. Uz glavni cilj, definirana su 2 specifična cilja:

C2: Usporediti razinu potkožnog masnog tkiva između studenata i studentica.

C3: Usporediti relativnu repetitivnu snagu mišića fleksora trupa između studenata i studentica.

Na temelju gore navedenih ciljeva, definirane su sljedeće hipoteze:

H1: Veća razina potkožnog masnog tkiva očituje se manjom relativnom repetitivnom snagom mišića fleksora trupa.

H2: Studentice imaju veću razinu potkožnog masnog tkiva od studenata.

H3: Studenti imaju veću relativnu repetitivnu snagu mišića fleksora trupa u odnosu na studentice.

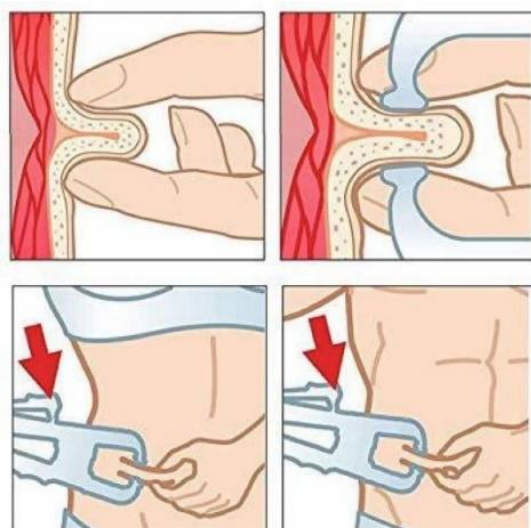
### **3. ISPITANICI I METODE**

#### *3.1. Ispitanici*

U provedbi ovog istraživanja korišten je prigodni uzorak. Ispitanici su bili studenti Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci, u dobi između 18 i 25 godina. Uzorak se sastoji od 40 ispitanika, od kojih je 19 ispitanika muškog spola, a 21 ženskog spola. Studenti kod kojih je prisutna neka ozljeda ili bolest nisu bili uključeni u istraživanje, kako bi se spriječila mogućnost nastanka potencijalne ozljede prilikom provedbe samog istraživanja.

#### *3.2. Postupak i instrumentarij*

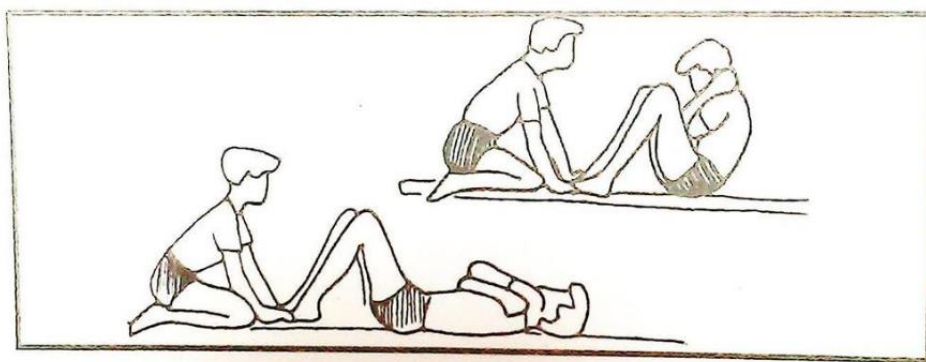
Istraživanje je provedeno u biomehaničkom laboratoriju na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci tijekom travnja 2023. godine. Ispitanici su prije provedbe samog testiranja bili upoznati s temom i ciljevima istraživanja te protokolom mjerenja. Postupak mjerenja provodio je autor istraživanja, a mjerenje je provedeno individualno. Trajanje mjerenja za svakog ispitanika bilo je 5 do 10 minuta. Za potrebe ovog istraživanja osmišljena je jednostavna lista koja sadrži 3 podatka (varijabli): informacije o spolu (M, Ž), kaliperskom mjerenju razine potkožnog masnog tkiva na trbuhu (mm) te mišićnoj snazi fleksora trupa (broj ponavljanja). Lista izmjerenih podataka nalazi se u Pravitcima (Privitak A). Za potrebe mjerenja koristili su se mjerni instrumenti kaliper i štoperica, kao standardizirani mjerni instrumenti. Kvaliteta prikupljanja podataka osigurana je tako što je mjerenje provodila jedna osoba, odnosno autor samog istraživanja. Za mjerenje razine potkožnog masnog tkiva koristio se kaliper (slika 4). Prilikom mjerenja ispitanik je stajao, a ispitivač je lijevom rukom odignuo poprečni kožni nabor u visini pupka i 2 cm lateralno od njega te ga prihvatio vrhovima kalipera i očitao rezultat. Mjerenje se izvodilo tri puta u nizu (24). Sva tri rezultata su upisana u listu podataka te se na temelju toga izračunala srednja vrijednost.



Slika 4. Kalipersko mjerenje razine potkožnog masnog tkiva

Izvor: <https://www.flipkart.com/jyoesha-skinfold-calipers-accurately-measuring-bmi-skin-fold-fitness-weight-loss-body-fat-analyzer/p/itmfcddcd15deb9f>

Za procjenu relativne repetitivne snage mišića fleksora trupa koristili su se test podizanja trupa (slika 5) i štoperica. Za izvedbu testa bile su potrebne strunjača i štoperica. Ispitanik je legao na leđa s rukama prekriženim na prsima, dok su mu noge bile flektirane u koljenima pod kutom od  $90^\circ$  i fiksirane. Na znak ispitivača, ispitanik je podigao trup do pretklona u sjedećem položaju. Prilikom spuštanja, ispitanik je morao lopaticama dodirnuti strunjaču (25). Test je završio istekom 60 sekundi te se izvodio samo jednom, nakon čega su rezultati upisani u listu podataka.



Slika 5. Test podizanja trupa

Izvor: <https://docplayer.net/59599686-Utjecaj-izvanskolskih-aktivnosti-na-motoricke-sposobnosti-djece.html>

### *3.3. Statistička obrada podataka*

Varijabla spol ispitanika izražena je na nominalnoj ljestvici i opisana je frekvencijama i postotcima. Varijabla razine potkožnog masnog tkiva izražena je na omjernoj ljestvici i opisana je aritmetičkom sredinom te standardnom devijacijom. Varijabla broj ponavljanja u testu podizanja trupa izražena je na omjernoj ljestvici i opisana je aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom. Za testiranje prve hipoteze korišten je izračun Pearsonovog koeficijenta korelacije. Rezultati potrebni za izračun druge i treće hipoteze testirali su se Kormogoljev Smirnovim testom za normalnost distribucije. Pošto je distribucija normalna, za izračun statističke značajnosti korišten je Studentov t-test za male nezavisne uzorke. Oba testa izračunala su se na razini značajnosti  $p < 0,05$ . Za statističku obradu podataka koristio se program MedCalc Statistical Software.

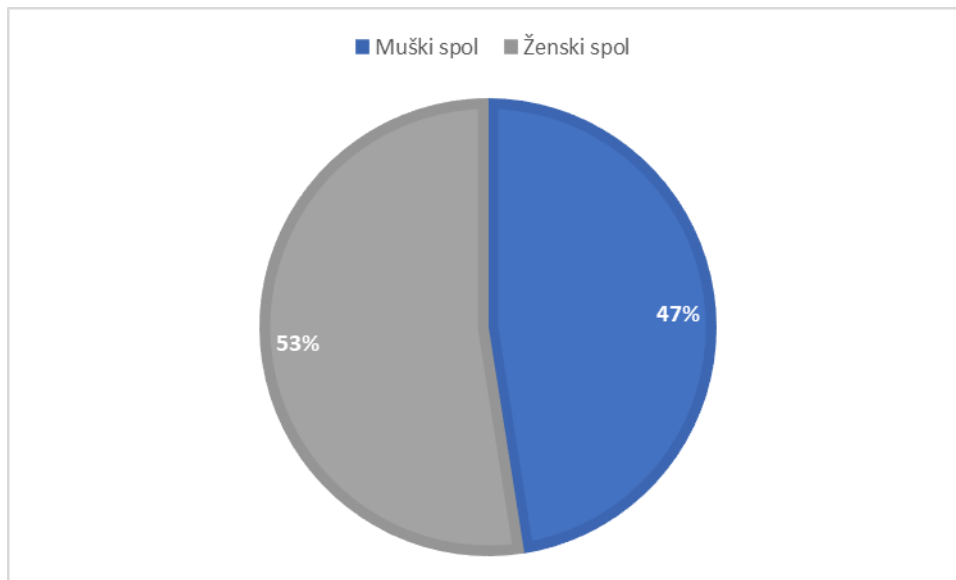
### *3.4. Etički aspekti istraživanja*

Prije provedbe samog istraživanja, ispitanici su bili upoznati s temom rada i protokolom mjerenja. Ispitanici su bili obaviješteni kako će se njihovi podaci koristiti isključivo u svrhu izrade završnog rada i eventualne objave u nekom od stručnih ili znanstvenih časopisa te će biti omogućeni samo autoru istraživanja. Ispitanici su također potpisali informirani pristanak za sudjelovanje u istraživanju, a njihovi osobni podaci poput imena i prezimena nisu bili spomenuti u radu. Također, provedba istraživanja je dozvoljena od strane Etičkog povjerenstva za biomedicinska istraživanja Fakulteta zdravstvenih studija.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Spol ispitanika

Prvo pitanje odnosi se na spol ispitanika. U istraživanju je sudjelovalo 40 ispitanika, od kojih je 19 ispitanika (47%) bilo muškog spola, a 21 ispitanika (53%) ženskog spola. Svi ispitanici su studenti Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci te imaju između 18 i 25 godina. Raspodjela ispitanika obzirom na spol prikazana je na Grafikonu 1.



Grafikon 1. Raspodjela ispitanika obzirom na spol

### 4.2. Kalipersko mjerenje i test podizanja trupa

Kalipersko mjerenje razine potkožnog masnog tkiva mjereno je na trupu, tri puta u nizu te se na temelju tih rezultata očitala srednja vrijednost. Za procjenu relativne repetitivne snage mišića fleksora trupa koristio se test podizanja trupa. Rezultati testa prikazani su kao broj ponavljanja koje su ispitanici napravili u 60 sekundi. Rezultati kaliperskog mjerenja i testa podizanja trupa prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Rezultati mjerenja razine potkožnog masnog tkiva (mm) i testa podizanja trupa (broj ponavljanja/min)

Rb.	Spol	Mjerenje 1 (mm)	Mjerenje 2 (mm)	Mjerenje 3 (mm)	Aritmetička sredina (mm)	Test podizanja trupa (broj ponavljanja/min)
1.	ženski	5	6	7	6	49
2.	ženski	7	7	7	7	22
3.	muški	15	16	15	15,33	26



4.	ženski	10	11	12	11	29
5.	ženski	7	8	9	8	50
6.	ženski	4	5	5	4,67	25
7.	ženski	13	16	14	14,33	54
8.	muški	9	12	12	11	41
9.	muški	8	8	8	8	54
10.	ženski	12	12	11	11,67	32
11.	ženski	15	14	13	14	50
12.	ženski	11	9	12	10,67	31
13.	ženski	11	10	11	10,67	32
14.	ženski	12	13	12	12,33	26
15.	ženski	17	18	16	17	32
16.	muški	14	14	16	14,67	35
17.	muški	5	6	5	5,33	64
18.	ženski	16	16	16	16	41
19.	ženski	23	22	23	22,67	25
20.	ženski	4	6	5	5	37
21.	ženski	7	7	8	7,33	33
22.	muški	9	9	10	9,33	44
23.	muški	10	11	9	10	51
24.	muški	9	9	9	9	49
25.	muški	13	14	12	13	44
26.	muški	19	20	19	19,33	39
27.	muški	5	6	7	6	58
28.	muški	9	11	9	9,67	54
29.	muški	13	15	14	14	35
30.	muški	14	14	14	14	32
31.	muški	9	10	10	9,67	49
32.	ženski	4	5	4	4,33	58
33.	ženski	6	8	8	7,33	15
34.	ženski	8	10	9	9	61
35.	muški	16	15	16	15,67	29
36.	muški	10	9	9	9,33	49

37.	ženski	20	20	19	19,67	31
38.	ženski	15	16	15	15,33	33
39.	muški	8	8	9	8,33	49
40.	muški	5	6	5	5,33	59
P = 0,0126						

Primarni cilj ovog rada bio je provjeriti utjecaj razine potkožnog masnog tkiva na relativnu repetitivnu snagu mišića meke trbušne stijenke u obavljanju njihove funkcije fleksije trupa. Prva hipoteza glasi kako se veća razina potkožnog masnog tkiva očituje manjom relativnom repetitivnom snagom fleksora trupa. Kako bi se mogao donijeti objektivan zaključak o prihvaćanju ili odbacivanju ove hipoteze, koristio se izračun Pearsonovog koeficijenta korelacije. Vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije između varijabli „aritmetička sredina“ razine potkožnog masnog tkiva i „test podizanja trupa“ iznosi  $r = -0,3910$ , dok razina značajnosti iznosi  $p = 0,0126$ . Pošto su varijable negativno korelirale, možemo zaključiti da porastom jedne varijable, druga varijabla pada. Time je prva hipoteza (H1) prihvaćena.

Prosječne vrijednosti mjerenja razine potkožnog masnog tkiva prikazane su u Tablici 2. Prosječne vrijednosti dobile su se sumiranjem srednje vrijednosti svih 40 ispitanika od tri uzastopna mjerenja razine potkožnog masnog tkiva kod svakog ispitanika. Prosječna vrijednost razine potkožnog masnog tkiva za sve ispitanike iznosi 11,01 mm, uz standardnu devijaciju koja iznosi 4,45. Prosječna vrijednost za ispitanike muškog spola iznosi 10,89 mm, uz standardnu devijaciju od 3,84 mm. Prosječna vrijednost za ispitanike ženskog spola iznosi 11,11 mm, uz standardnu devijaciju od 5,04 mm.

Tablica 2. Prosječne vrijednosti razine potkožnog masnog tkiva (mm)

	<b>Kalipersko mjerenje trbuha - aritmetička sredina uz standardnu devijaciju (SD)</b>		
<b>Svi ispitanici (n = 40)</b>	11,01 mm uz SD = 4,45		
<b>Muški spol (n = 19)</b>	10,89 mm uz SD = 3,84		P = 0,8801
<b>Ženski spol (n = 21)</b>	11,11 mm uz SD = 5,04		

Druga hipoteza (H2) glasi da studentice imaju veću razinu potkožnog masnog tkiva od studenata. Za provjeru statistički značajne razlike koristio se Studentov t-test za male nezavisne uzorke, čija vrijednost iznosi 0,152. Obzirom da je razina značajnosti  $p=0,8801$ , možemo zaključiti da ne postoji statistički značajna razlika u razini izmjerenog potkožnog masnog tkiva između studenata i studentica. Time se druga hipoteza (H2) odbacuje.

Prosječne vrijednosti rezultata testa podizanja trupa prikazane su u Tablici 3. Prosječna vrijednost broja napravljenih trbušnjaka u 60 sekundi za sve ispitanike iznosi 40,55/ min uz standardnu devijaciju od 12,31. Pritom za ispitanike muškog spola iznosi 45,05/ min uz standardnu devijaciju od 10,58, dok za ispitanike ženskog spola iznosi 36,48/ min uz standardnu devijaciju od 12,57.

Tablica 3. Prosječne vrijednosti rezultata testa podizanja trupa (broj ponavljanja/min)

	<b>Rezultati testa podizanja trupa – aritmetička sredina uz standardnu devijaciju (SD)</b>	
<b>Svi ispitanici (n = 40)</b>	40,55/ min uz SD = 12,31	
<b>Muški spol (n = 19)</b>	45,05/ min uz SD = 10,58	P = 0,0257
<b>Ženski spol (n = 21)</b>	36,48/ min uz SD = 12,57	

Treća hipoteza (H3) glasi da studenti imaju veću relativnu repetitivnu snagu mišića fleksora trupa u odnosu na studentice. Za provjeru statistički značajne razlike koristio se Studentov t-test za male nezavisne uzorke, čija vrijednost iznosi 2,32. Obzirom da je razina slučajnosti  $p=0,0257$ , možemo zaključiti da postoji statistički značajna razlika u broju izvedenih trbušnjaka između studenata i studentica. Time se treća hipoteza (H3) prihvaća.

## 5. RASPRAVA

Glavni cilj ovog istraživanja bio je provjeriti utjecaj razine potkožnog masnog tkiva na relativnu repetitivnu snagu mišića meke trbušne stijenke u obavljanju njihove funkcije fleksije trupa. Uz glavni cilj, definirana su 2 specifična cilja kojima se htjela usporediti razina potkožnog masnog tkiva između ispitanika muškog i ženskog spola te relativna repetitivna snaga mišića fleksora trupa između ispitanika muškog i ženskog spola. U istraživanju je sudjelovalo 40 zdravih ispitanika u dobi između 18 i 25 godina. Analizom obrađenih podataka potvrđene su dvije hipoteze, dok je jedna hipoteza odbačena. Dokazano je da postoji statistički značajna negativna povezanost između razine potkožnog masnog tkiva i relativne repetitivne snage mišića meke trbušne stijenke, odnosno da porastom jedne varijable druga varijabla pada. Time je potvrđena prva i glavna hipoteza (H1). Nadalje, usporedbom razine potkožnog masnog tkiva između ispitanika muškog i ženskog spola dokazano je da ne postoji statistički značajna razlika u razini potkožnog masnog tkiva između spolova te se time druga hipoteza (H2) odbacuje. Usporedbom relativne repetitivne snage mišića fleksora trupa između ispitanika muškog i ženskog spola dokazano je da postoji statistički značajna razlika između spolova, odnosno da studenti imaju veću relativnu repetitivnu snagu u odnosu na studentice. Time se prihvaća treća hipoteza (H3).

Dosadašnja istraživanja slabo proučavaju korelaciju između razine potkožnog masnog tkiva i snage mišića trupa. Uglavnom su bazirana na odnosu između ukupnog postotka tjelesne masti ili visceralnog masnog tkiva na snagu mišića, dok nekoliko istraživanja opisuje utjecaj spolnih razlika na hipertrofiju mišića i smanjenje masnog tkiva kao rezultat treninga snage. Među starijim osobama prikazana je povezanost između abdominalne pretilosti i slabije snage mišića, no nedostaje longitudinalnih istraživanja koji povezuju tjelesnu masnoću ili druge parametre sastava tijela sa snagom trbušnih mišića u mlađim dobnim skupinama ili kod ljudi s normalnom tjelesnom masom.

Munazza A.i suradnici (2022.) provodili su istraživanje „*Correlation of Percentage Body Fat, Waist Circumference and Waist-to-Hip Ratio with Abdominal Muscle Strength*“ s ciljem utvrđivanja povezanosti postotka tjelesne masti, opsega struka te omjera struka i bokova i snage trbušnih mišića kod studenata između 18 i 28 godina. U istraživanju je sudjelovalo 50 zdravih ispitanika s normalnim indeksom tjelesne mase, od kojih je bilo 14 muškaraca i 36 žena. Ova studija je utvrdila korelaciju između postotka tjelesne masti, opsega struka te omjera struka i bokova i snage ravnog trbušnog mišića i vanjskih kosih trbušnih mišića mjerene prosječnom maksimalnom voljnom izometrijskom kontrakcijom pomoću elektromiografa. Rezultati

pokazuju negativnu korelaciju između postotka tjelesne masti i prosječne maksimalne izometrijske kontrakcije navedenih mišića te taj odnos nije bio značajan na temelju spola. Ispitanici s visokim postotkom masnog tkiva pokazali su smanjenu prosječnu mišićnu aktivnost trbušnih mišića. Također je uočena pozitivna korelacija između opsega struka i postotka tjelesne masti (19).

Navedeno istraživanje koristi drugačije parametre za utvrđivanje razine tjelesne masti (postotak masnog tkiva, opseg struka, omjer struka i bokova) te snage trbušnih mišića (maksimalna voljna izometrijska kontrakcija mjerena pomoću elektromiografa). Naše istraživanje stavlja u korelaciju razinu potkožnog masnog tkiva na području trbuha mjerenu pomoću kalipera i relativnu repetitivnu snagu mišića meke trbušne stijenke mjerenu pomoću testa podizanja trupa. Međutim, oba istraživanja donose zaključak kako postoji negativna korelacija između razine potkožnog masnog tkiva i snage mišića trbuha, odnosno da veća razina masnog tkiva rezultira slabijom snagom mišića.

Istraživanje Mračević K. (2020.) ispitivalo je utjecaj indeksa tjelesne mase i razine potkožnog masnog tkiva na snagu fleksora trupa i ruku kod djece osnovnoškolskog uzrasta. U istraživanju je sudjelovalo 70 ispitanika, 38 dječaka i 32 djevojčice u dobi između 10,5 i 11,5 godina. Protokol istraživanja uključivao je mjerenje tjelesne visine i mase, opsega nadlaktice i trbuha, kalipersko mjerenje kožnih nabora na leđima, nadlaktici i truhu te testove za procjenu statičke snage fleksora ruku i dinamičke snage fleksora trupa. Zaključci istraživanja navode kako postoji statistički značajna razlika u tjelesnoj masi između dječaka i djevojčica, odnosno kako dječaci u prosjeku imaju povećanu tjelesnu masu. Također dječaci imaju veću razinu potkožnog masnog tkiva mjerenu kaliperom te veći opseg trbuha i nadlaktice, u odnosu na djevojčice. Djevojčice pak imaju veću statičku i dinamičku snagu fleksora trupa i ruku u odnosu na dječake. Istraživanje također potvrđuje kako postoji lagana povezanost između razine potkožnog masnog tkiva i mišićne snage fleksora trupa i ruku, ali i da prekomjerna tjelesna masa ne utječe značajno na snagu mišića fleksora trupa i ruku (20).

Rezultati navedenog istraživanja poklapaju se sa našim istraživanjem u hipotezi kako povišena razina potkožnog masnog tkiva rezultira manjom snagom mišića fleksora trupa. Međutim, navedeno istraživanje pokazuje statistički značajnu razliku u razini potkožnog masnog tkiva obzirom na spol. Naše istraživanje je pokazalo kako ne postoji statistički značajna razlika u razini potkožnog masnog tkiva između muškog i ženskog spola. U interpretaciji ovih rezultata treba uzeti u obzir da se dobna skupina između ispitanika pojedinih istraživanja znatno

razlikuje. Dok su u navedenom istraživanju ispitanici djeca osnovnoškolskog uzrasta, u našem istraživanju uzorak ispitanika čine studenti u dobi od 18. do 25. godine. Što se tiče potkožnog masnog tkiva, postoje istraživanja koja dokazuju kako postotak masti kod ženskog spola raste kontinuirano od 3. do 18. godine života, dok je kod muškog spola uočen nagli rast od 5. do 11. godine, a zatim slijedi lagani pad u njegovoj razini (26). Drugo istraživanje navodi kako su antropometrijske razlike obzirom na spol značajnije vidljive nakon 12. godine života (27). Žene obično imaju oko 10% više tjelesne masti za isti indeks tjelesne mase, u usporedbi s muškarcima. Starenjem se razina masti povećava kod oba spola, ali opet žene karakterizira veći postotak masti tijekom cijeloga života. Tijekom puberteta, povećanje tjelesne mase kod muškog spola je prvenstveno posljedica povećanja nemasne mase, dok je kod ženskog spola posljedica povećanja masne mase (28). Iako, prema anatomskim i fiziološkim činjenicama stoji kako žene u prosjeku imaju veći postotak potkožnog masnog tkiva u odnosu na muškarce, ovim istraživanjem ta hipoteza nije potvrđena. Treba uzeti u obzir da na razinu potkožnog masnog tkiva ne utječe samo spol već i prehrana, izloženost stresu, stupanj tjelesne aktivnosti te kronološka dob. Nadalje, istraživanje Mraković K. (2020.) pokazuje kako ženski spol ima prosječno veću statičku i dinamičku snagu fleksora trupa i ruku u odnosu na muški spol. U našem istraživanju se pokazalo kako muški spol ima prosječno veću relativnu repetitivnu snagu mišića fleksora trupa (20). To dokazuje činjenicu da postoji razlika u građi mišića obzirom na spol. Prosječna veličina mišićne mase određena je nasljeđem i količinom lučenja testosterona, zbog čega je masa kod muškaraca mnogo veća nego kod žena, a po svojoj kvaliteti žensko mišićje je elastičnije, gracilnije i mekše. (12). Neka istraživanja su također pokazala da žene imaju manje mišićnih vlakana te da je poprečni presjek njihovih mišića manji nego kod muškaraca (13).

Istraživanje Goodpaster BH i suradnika (2006.) pod nazivom „*The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study*“ ispitalo je promjene u mišićnoj masi i snazi kod starijih ljudi tijekom tri godine. Uzorak je činilo 1880 ispitanika kojima je mjerena snaga ekstenzora koljena izokinetičkom dinamometrijom. Masna i nemasna masa tijela, odnosno sastav tijela bili su procijenjeni dvoenergetskom rendgenskom apsorpciometrijom i kompjutoriziranom tomografijom. Tijekom 3 godine smanjila se mišićna snaga kod oba spola. Godišnje stope smanjena snage nogu bile su oko tri puta veće od stopa gubitka nemasne mase nogu. Gubitak nemasne mase, kao i veća početna snaga, niža osnovna nemasna masa nogu i starija dob, bili su neovisno povezani s padom snage i kod muškaraca i kod žena. Međutim, povećanje nemasne

mase nije bilo popraćeno održavanjem ili povećanjem mišićne snage. Jedan od zaključaka istraživanja navodi kako je viši postotak tjelesne masti povezan s nižom mišićnom snagom i nižom mišićnom masom kod ljudi starije životne dobi (21).

Iako se navedeno istraživanje i naše istraživanje uvelike razlikuju obzirom na uzorak ispitanika, u oba se slučaja potvrđuje činjenica da viši postotak tjelesne masti rezultira manjom mišićnom snagom.

Waltz CT i suradnici (2008.) provodili su istraživanje „*Do sex or race differences influence strength training effects on muscle or fat?*“ u kojem su ispitali utjecaj spola i rase na učinke treninga snage na volumen mišića natkoljenice, potkožno masno tkivo srednjeg dijela natkoljenice i intermuskularno masno tkivo. U istraživanju je sudjelovao 181 ispitanik, od kojih je bilo 117 ispitanika bijele rase te 54 ispitanika Afroamerikanaca. Obzirom na spol, sudjelovalo je 82 muškaraca i 99 žena u dobi od 50 do 85 godina. Deset ispitanika nisu bili niti bijelci niti Afroamerikanci i stoga nisu bili uključeni u analizu rase. Ispitanici su bili podvrgnuti unilateralnom treningu snage ekstenzora koljena kroz 10 tjedana. Mjerenje volumena mišića natkoljenice, razina potkožnog masnog tkiva srednjeg dijela natkoljenice i intermuskularno masno tkivo mjereni su kompjuteriziranom tomografijom prije i poslije provedenog treninga snage. Zaključak istraživanja bio je da, bez obzira na spol ili rasu, trening snage značajno ne mijenja potkožno ili intermuskularno masno tkivo. Kod muškaraca je hipertrofija mišića bila jače izražena nego kod žena, ali razlika je bila mala. Pritom rasa nije značajno utjecala na rezultate mjerenja. Navedenim se istraživanjem potvrđuje činjenica da je spol važan čimbenik koji utječe na kvantitetu mišića. Muškarci i žene imaju identično mišićno tkivo, međutim kod muškaraca je ono, zbog veće količine testosterona, zastupljenije u većem broju. Zbog toga se kod muškaraca izgradnja mišićne mase odvija brže nego kod žena. Trening snage nije pokazao statistički značajne rezultate u promjeni potkožnog ili intermuskularnog masnog tkiva, no treba uzeti u obzir vremenski period provođenja treninga snage, ali i dob ispitanika (22). Pojedina su istraživanja pokazala kako osobe svih dobnih skupina mogu povećati mišićnu snagu i masu, međutim najbrži i najučinkovitiji rezultati će se postići u godinama ubrzanog rasta i razvoja (29).

Rezultati svih navedenih istraživanja, kao i rezultati našeg istraživanja ukazuju na povezanost razine masnog tkiva i mišićne snage. Povećana razina masnog tkiva, bilo potkožnog ili visceralnog u negativnoj je korelaciji sa mišićnom snagom. Pri interpretaciji rezultata treba uzeti u obzir vrstu uzorka, ali i dobnu skupinu ispitanika koja se razlikuje u

pojedininim istraživanjima. Zbog velike razlike u provođenju mjerenja, rezultate je često teško usporediti. Kako bi mogućnost usporedbe bila veća, a tumačenje rezultata bolje, testovi koji su se provodili trebali bi biti ujednačeniji. Osim toga, za istraživanja ovakvog tipa najprirodniji bi bio reprezentativni uzorak.



## 6. ZAKLJUČAK

Užurbani život današnjice utječe na promjene u navikama ljudi, osobito u urbanoj populaciji i među mlađim dobnim skupinama. Zbog nedostatka slobodnog vremena, nepravilne prehrane i premalo tjelesne aktivnosti dolazi do nakupljanja masnih naslaga i povećanja razine potkožnog masnog tkiva, što nepovoljno utječe na snagu samih mišića. Mišići meke trbušne stijenke su povezani u zajednički sustav koji im omogućuje velik broj funkcija te je, shodno tome, od velike je važnosti da oni budu dovoljno snažni kako bi kvalitetno mogli obavljati iste.

Na temelju provedenog istraživanja o utjecaju razine potkožnog masnog tkiva na relativnu repetitivnu snagu mišića meke trbušne stijenke, potvrđene su dvije hipoteze dok je jedna odbačena.

Stoga, kao glavne zaključke ovog istraživanja možemo navesti sljedeće:

- Veća razina potkožnog masnog tkiva rezultira manjom relativnom repetitivnom snagom mišića meke trbušne stijenke.
- Ne postoji statistički značajna razlika u razini potkožnog masnog tkiva između studenata i studentica.
- Studenti imaju veću relativnu repetitivnu snagu mišića meke trbušne stijenke u odnosu na studentice.

## 7. LITERATURA

1. Platzer W. Sv.1: sustav organa za pokretanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2003.
2. Bajek S. i sur. Sustavna anatomija čovjeka. Rijeka: Digital point tiskara d.o.o. Rijeka; 2007.
3. Sobotta J. Atlas anatomije čovjeka Svezak 2: Trup, unutarnji organi, donji ud. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2000.
4. Križan Z. Kompedij anatomije čovjeka. Zagreb: Školska knjiga; 1991.
5. Krmpotić Nemanić J., Marušić A. Anatomija čovjeka: 2. korigirano izdanje. Zagreb: Medicinska naklada Zagreb; 2007.
6. Bobinac D. Osnove kineziologije; analiza pokreta i stavova ljudskog tijela. Rijeka: Fintrade&tours; 2010.
7. Bobinac D. Osnove biomehanike (interna skripta). Rijeka; Sveučilište u Rijeci; 2003.
8. Milanović D. Osnove teorije treninga. Zagreb: Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu; 1997.
9. Siff MC. Biomechanical Foundations of Strength and Power Training. Biomech Sport. 2008;103–39.
10. Brkljačić I. Programi treninga za redukciju potkožnog masnog tkiva kod žena srednje životne dobi [diplomski rad]. [Zagreb]: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2016. 41 p.
11. Kraemer, WJ. Nindl, BC. i dr. Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2004. Str. 697-708
12. Guyton AC, Hall JE. Medicinska fiziologija. 13 izd. Philadelphia: PA: Elsevier; 2016.
13. Crnković M., Tančik I. Spolne razlike u sportu [objavljena verzija rada] [Vukovar]: Sveučilište „Lavoslav Ružička“ u Vukovaru; 2019. [citirano 7.5.2023.].; Dostupno na: <https://repositorij.vevu.hr/islandora/object/vevu%3A761/datastream/FILE0/view>
14. Kenhub [Internet]. Adipose tissue; 2023. [citirano 30.5.2023.] Dostupno na: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/adipose-tissue>
15. Čeović R. Bolesti potkožnoga masnog tkiva. Dermatovenerologija 2014; 370 - 374.
16. Gallagher D. i sur. Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. Am.J.Clin.Nutr.; 2000. [citirano 16.5.2023.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10966886/>

17. Miller AE i sur. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993;66(3):254-62. [citirano 23.6.2023.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8477683/>
18. Chen L, Nelson DR, Zhao Y. Relationship between muscle mass and muscle strength, and the impact of comorbidities: a population-based, cross-sectional study of older adults in the United States. *BMC Geriatr* 13; 2013. [citirano 16.5.2023.] Dostupno na: <https://bmcgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2318-13-74#citeas>
19. Munazza A. i sur. Correlation of Percentage Body Fat, Waist Circumference and Waist-to-Hip Ratio with Abdominal Muscle Strength. *Healthcare*;2022,10(12), 2467 . [citirano 18.5.2023.] Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9778235/>
20. Mračević K. Utjecaj BMI-a i potkožnog masnog tkiva na mišićnu snagu fleksora trupa i fleksora ruku kod djece osnovnoškolskog uzrasta [diplomski rad]. [Rijeka]: Fakultet zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci; 2020. 44 p.
21. Goodpaster BH i suradnici. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006 Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17077199/>
22. Walts CT, Hanson ED, Delmonico MJ, Yao L, Wang MQ, Hurley BF. Do sex or race differences influence strength training effects on muscle or fat? *Med Sci Sports Exerc.* 2008 Apr;40(4):669-76. [citirano 19.6.2023.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18317378/>
23. Franjić L. Masne naslage – kako nastaju i kako ih ukloniti. Poliklinika Bagatin [Internet]. 2022. veljača [citirano 17.6.2023.] Dostupno na: <https://www.poliklinikabagatin.hr/blog/masne-naslage-kako-nastaju-i-kako-ih-ukloniti/>
24. Mišigoj-Duraković M. Morfološka antropometrija u športu. Zagreb: Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu; 1995.
25. Čačić-Bojić L. Testovi koji se mogu primijeniti prilikom procjene motoričkih i funkcionalnih sposobnosti rukometašica i rukometaša. Hrvatski rukometni savez [Internet]. 2018 studeni [citirano 1.4.2023.]; Dostupno na: [https://hrs.hr/download/glasnici\\_liga/mlade\\_dobne\\_kategorije/djevojke/mlade\\_djevojke\\_2006-2007/1.\\_hrlid\\_20062007\\_-\\_20182019/OPIS-TESTOVA-za-trenere.pdf](https://hrs.hr/download/glasnici_liga/mlade_dobne_kategorije/djevojke/mlade_djevojke_2006-2007/1._hrlid_20062007_-_20182019/OPIS-TESTOVA-za-trenere.pdf)
26. Murer S, Saarsalu S, Zimmermann J, Herter-Aeberli I. Risk factors for overweight and obesity in Swiss primary school children: results from a representative national survey.

- European Journal of Nutrition. 55(2), 621– 629 [citirano 27.6.2023.]; Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25796625/>
27. Tomkinson GR i sur. European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9-17 years: results from 2 779 165 Eurofit performances representing 30 countries. *Br J Sports Med* 2018 Nov;52(22):1445-14563 [citirano 27.6.2023.]; Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29191931/>
28. Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2007;21:415-430 [citirano 5.7.2023.]; Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17875489/>
29. Buildingbody. 4 faktora koji utječu na mišićnu masu i snagu *Buildingbody* 2020. [citirano 6.7.2023.] Dostupno na: <https://www.building-body.com/5-faktora-utjecu-misicnu-masu-snagu/>

## 8. PRIVITCI

Privitak A. Lista izmjerenih podataka

SPOL ISPITANIKA:            muški                            ženski

KALIPERSKO MJERENJE TRBUHA (mm):

Rezultat 1. –

Rezultat 2. –

Rezultat 3. –

REZULTAT TESTA PODIZANJA TRUPA (broj ponavljanja/min):

## Privitak B: Popis ilustracija

### **Slike:**

Slika 1. Mišići meke trbušne stijenke

Slika 2. Prikaz građe ovojnice ravnog trbušnog mišića

Slika 3. Raspodjela visceralnog i potkožnog masnog tkiva u tijelu

Slika 4. Kalipersko mjerenje razine potkožnog masnog tkiva

Slika 5. Test podizanja trupa

### **Grafikoni:**

Grafikon 1. Raspodjela ispitanika obzirom na spol

### **Tablice:**

Tablica 1. Rezultati mjerenja razine potkožnog masnog tkiva (mm) i testa podizanja trupa (broj ponavljanja/ min)

Tablica 2. Prosječne vrijednosti razine potkožnog masnog tkiva (mm)

Tablica 3. Prosječne vrijednosti rezultata testa podizanja trupa (broj ponavljanja/min)

## **9. KRATKI ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA**

Zovem se Maja Hokman i rođena sam 1.3.2002. godine u Varaždinu. Od 2008. do 2016. godine pohađala sam Osnovnu školu Novi Marof koju sam završila s odličnim uspjehom. Obrazovanje sam nastavila upisujući Medicinsku školu Varaždin sa usmjerenjem za fizioterapeutskog tehničara, koju sam završila 2020. godine. Obzirom na odličan uspjeh iste godine sam upisala Preddiplomski stručni studij fizioterapije na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci. Tijekom osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja volontirala sam u kreativnim i sportskim radionicama u „Udruzi Sunce za djecu s teškoćama u razvoju i osobe s invaliditetom“ u Novom Marofu. Tijekom akademskog obrazovanja sudjelovala sam u projektu „Student - mentor“ te sam akademske godine 2021./2022. bila demonstrator iz kolegija Klinička kineziologija. Posjedujem vozačku dozvolu B kategorije te znanje engleskog i njemačkog jezika te rada na računalu.